ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

Année 1886-1887 **N° 3.**

SUR LA

TOXICITÉ DE L'ACÉTYLÈNE

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE PHARMACIEN DE 2e CLASSE

Présentée et soutenue le Jeudi 3 février 1887

PAR

ALPHONSE-LUPU BROCINER

Né à Jassy (Roumanie), le 22 juin 1858.



JURY { MM. RICHE, président;
MOISSAN, professeur;
QUESNEVILLE, agrégé.

PARIS

IMPRIMERIE MOQUET

11, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 11

1887

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

Année 1886-1887 **N° 3.**

SUR LA

TOXICITÉ DE L'ACÉTYLÈNE

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE PHARMACIEN DE 2e CLASSE

Présentée et soutenue le Jeudi 3 février 1887

PAR

ALPHONSE-LUPU BROCINER

Né à Jassy (Roumanie), le 22 juin 1858.



JURY { MM. RICHE, président;
MOISSAN, professeur;
QUESNEVILLE, agrégé.

PARIS

IMPRIMERIE MOQUET

11, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 11

1887

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

ADMINISTRATION

MM. G. Planchon, Directeur, ✻, ✿ I.
A. Milne-Edwards, Assesseur, Membre de l'Institut, O ✻, ✿ I.
E. Madoulé, Secrétaire, ✿ I.

PROFESSEURS

MM. Milne-Edwards. O ✻, ✿ I.	Zoologie.
Planchon, ✻, ✿ I.	Matière médicale.
Riche ✻, ✿ I.	Chimie minérale.
Jungfleisch ✻, ✿ I.	Chimie organique.
Le Roux, ✻, ✿ I.	Physique.
Bourgoin, ✻, ✿ I.	Pharmacie galénique.
Marchand, ✿ I.	Cryptogamie.
Bouchardat, ✿ A.	Hydrologie et Minéralogie.
Prunier, ✿ A.	Pharmacie chimique.
Moissan, ✻, ✿ A.	Toxicologie.
N.	Botanique.
Villiers-Moriamé, *agrégé*	Chimie analytique. (*Cours complémentaire.*)

Directeur honoraire : M. Chatin, Membre de l'Institut, O ✻, ✿ I.
Professeurs honoraires : M. Berthelot, Membre de l'Institut, G. O. ✻, ✿ I.
M. Chatin, Membre de l'Institut, O ✻, ✿ I.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. Beauregard, ✿ A.
Chastaing, ✿ A.
Quesneville, ✿ A.

MM. Villiers-Moriamé.
Gérard, ✿ A.

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. Léidié (1re année) . . . . Chimie.
Lextrait, ✿ A. (2e année) . . . . Chimie.
Hérail (3e année) . . . . Micrographie.

Bibliothécaire : M. Dorveaux.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. RICHE

Professeur à l'École de pharmacie,
Membre de l'Académie de médecine.

A M. BROUARDEL

Professeur de médecine légale à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine.
Président du Comité consultatif d'hygiène de France, etc., etc.

A M. OGIER

Docteur ès-sciences,
Chef du laboratoire de toxicologie.
Hommage de reconnaissance.

A M. VILLIERS-MORIAMÉ

Professeur agrégé à l'École de pharmacie.

A MON FRÈRE

M. J. BROCINER

Docteur en droit.



INTRODUCTION

L'étude toxicologique de l'acétylène a été l'objet d'un petit nombre de travaux, tant en France qu'en Allemagne. Cette étude présente une certaine importance: Ce corps est, en effet, comme l'on sait, l'un des éléments constitutifs du gaz de l'éclairage, où il n'entre, il est vrai, qu'en des proportions minimes; mais on sait aussi que les combustions plus ou moins complètes du gaz de l'éclairage et aussi d'autres combustibles déterminent la formation de quantités très notables d'acétylène qui se trouve ainsi versé dans l'air de nos habitations. Bien que d'après les travaux antérieurs, la toxicité de ce gaz semble être minime, il nous a paru que le sujet pouvait mériter de nouvelles expériences.

Tel est l'objet du présent mémoire.

Ce travail a été entrepris au laboratoire de Toxicologie. Qu'il me soit permis de remercier ici M. Ogier des conseils qu'il m'a prodigués et de l'hospitalité bienveillante que j'ai trouvée dans son laboratoire.

---

§ 1er. *Propriétés de l'acétylène.*

1° L'acétylène, dont l'existence a été signalée en 1836 par Davy, est surtout connu depuis les nombreux et magnifiques travaux de M. Berthelot.

Sans insister sur les différents modes de préparation de l'acétylène, rappelons que ce gaz, le plus simple des hydrocarbures, a été obtenu synthétiquement par l'union directe du carbone et de l'hydrogène sous l'influence de l'arc électrique (Berthelot). Un très grand nombre d'autres modes de production ont été signalés, tels que : la décomposition par la chaleur rouge de l'éther et de beaucoup d'autres corps organiques, l'action de l'étincelle électrique sur les gaz carbonés, la réaction du bromure d'éthylène sur l'amylate de sodium (Sawistch), etc. Mais c'est surtout par la combustion incomplète des composés organiques riches en carbone, éther, benzine, amylène, pétrole, essence de térébenthine, gaz d'éclairage, etc., qu'on arrive à le produire en grande quantité.

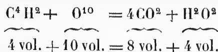
2° *Propriétés physiques.* — L'acétylène est un gaz incolore, d'une odeur particulière assez désagréable ; l'eau en dissout son volume ; il est également soluble dans le sulfure de carbone (1 vol.), dans le pétrole

d'éclairage (1 vol. 1/2), dans l'essence de térébenthine (2 vol.), dans la benzine et le chloroforme (4 vol.), dans l'acide acétique et l'alcool absolu (6 vol.) (1).

Sa densité est égale à 0,91.

Soumis à une pression de 48 atmosphères à la température de 1°, ou à 83 atmosphères à la température de 18°, il se résout en un liquide incolore, très mobile, très réfringent, plus léger que l'eau, dans laquelle il est soluble (2).

3° *Propriétés chimiques.* — La composition élémentaire de l'acétylène se déduit de la combustion eudiométrique. En effet, 4 vol. d'acétylène mêlés à 10 vol. d'oxygène brûlent complètement en donnant 8 vol. d'acide carbonique et 4 vol. de vapeur d'eau : ce qui correspond à la formule C^4H^2.



$$\underbrace{C^4H^2}_{4\text{ vol.}} + \underbrace{O^{10}}_{10\text{ vol.}} = \underbrace{4CO^2}_{8\text{ vol.}} + \underbrace{H^2O^2}_{4\text{ vol.}}$$

En présence d'une quantité d'oxygène insuffisante, il brûle avec une flamme éclairante et fuligineuse.

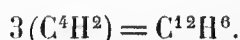
L'acétylène est le point de départ d'une foule de synthèses organiques dues à M. Berthelot. Signalons, en peu de mots, quelques-unes des actions qu'exercent sur ce gaz la chaleur, l'étincelle électrique et les principaux agents chimiques.

(1) Berthelot, *Annales de physique et de chimie*, IV, t. IX, p. 424.

(2) Cailletet, *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 851.

L'étincelle électrique détermine rapidement la destruction de l'acétylène en carbone et hydrogène ; mais cette décomposition s'arrête lorsque le mélange gazeux contient 7 vol. d'hydrogène pour 1 vol. d'acétylène non détruit. La chaleur rouge le résout presque intégralement en ses éléments ; cependant une petite proportion de gaz reste inaltérée.

L'action d'une chaleur plus modérée, voisine du rouge sombre, détermine l'union de trois molécules d'acétylène entre elles, et donne naissance à de la benzine :



$$3(C^4H^2) = C^{12}H^6.$$

Chauffé en présence de l'hydrogène, l'acétylène s'unit à ce gaz en fournissant de l'éthylène. La même transformation peut s'opérer à froid, au moyen d'un agent réducteur, le sulfate de protoxyde de chrôme.

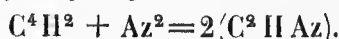
Les agents oxydants exercent également sur ce gaz des actions intéressantes : c'est ainsi qu'on peut, à l'aide du permanganate de potasse en solution alcaline, fixer sur l'acétylène 8 équivalents d'oxygène et faire ainsi la synthèse de l'acide oxalique :



$$C^4H^2 + O^8 = C^4H^2O^8.$$

Par d'autres procédés oxydants on transforme encore l'acétylène en acide formique ou en acide acétique.

L'action de l'azote sur l'acétylène sous l'influence de l'étincelle électrique permet de produire synthétiquement l'acide cyanhydrique :



$$C^4H^2 + Az^2 = 2(C^2HAz).$$

Il existe un grand nombre de combinaisons de l'acétylène avec les métaux, véritables radicaux organométalliques. Signalons seulement parmi ces composés l'oxyde de cuprosacétyle $(C^4 H Cu^2) O$, qui joue un rôle important dans la préparation de l'acétylène.

---

§ 2. *Préparation de l'acétylène.*

Pour préparer l'acétylène en grande quantité nous nous sommes servi de l'ingénieux appareil imaginé par M. le professeur Jungfleisch, appareil dans lequel l'acétylène est produit par la combustion incomplète du gaz de l'éclairage.

Pour séparer l'acétylène des gaz étrangers qui l'accompagnent dans les produits gazeux des combustions incomplètes, on fait barboter les gaz dans une solution ammoniacale de chlorure cuivreux qui fixe l'acétylène sous forme d'acétylure cuivreux; mais, en raison de l'extrême oxydabilité du réactif et de l'acétylure cuivreux lui-même, il est nécessaire d'éviter avec grand soin l'entraînement d'un excès d'oxygène avec les produits de la combustion, condition qui n'était qu'imparfaitement réalisée dans les anciens procédés de préparation. C'est pour éviter cet inconvénient que M. Jungfleisch a eu l'idée d'opérer la combustion du gaz d'éclairage avec une flamme renversée, c'est-à-dire en faisant brûler l'oxygène dans une atmosphère de gaz en excès, et non point le gaz dans l'oxygène.

L'appareil se compose d'un brûleur spécial où se fait la combustion et d'un système destiné à l'entraîne-

ment des produits gazeux : Le gaz de l'éclairage est amené dans une cheminée de verre; l'admission de l'air a lieu au moyen d'un tube placé à la base de la cheminée et percé de divers trous qu'on peut ouvrir ou fermer à volonté au moyen d'une virole mobile. La combustion se fait donc au pourtour d'une zone d'air intérieur, enveloppée de toutes parts par un excès de gaz d'éclairage. La partie supérieure de la cheminée est munie d'une garniture métallique percée d'un orifice, par où s'échappe l'excès du gaz combustible maintenu constamment allumé au moyen d'une petite flamme de gaz supplémentaire.

Les produits de la combustion incomplète sont aspirés par une trompe et circulent d'abord dans un réfrigérant vertical où s'opère la condensation de l'eau. Au delà de ce réfrigérant les gaz passent dans un flacon vide et puis barbotent dans des flacons laveurs contenant le réactif cuivreux : Le dernier flacon est relié directement à la trompe aspiratrice. Cette trompe doit être d'une construction spéciale et pouvoir aspirer rapidement de grands volumes gazeux.

Pour préparer le réactif cuivreux on ajoute un excès d'ammoniaque dans une solution chlorhydrique de chlorure cuivreux. Cette solution est elle-même préparée par l'action de l'acide chlorhydrique sur le cuivre ou sur l'oxyde de cuivre et conservée dans des flacons pleins de tournure de cuivre. La solution ammoniacale doit être soigneusement maintenue à l'abri de

l'air et conservée de même sur du cuivre métallique.

Grâce à la disposition décrite plus haut, on obtient très rapidement de grandes quantités d'acétylure cuivreux, que l'on recueille et que l'on lave par décantation jusqu'à ce que l'eau de lavage reste incolore.

C'est de cet acétylure cuivreux qu'on extrait l'acétylène pur. A cet effet on introduit la bouillie d'acétylure dans un grand ballon et on ajoute un excès d'acide chlorhydrique. En chauffant doucement, on détermine un dégagement régulier d'acétylène qu'on lave dans l'eau, qu'on sèche sur la potasse et qu'on recueille sur la cuve à mercure.

---

§ 3. *Historique.*

Voici les quelques documents que nous avons pu réunir, relativement aux travaux antérieurs sur la toxicité de l'acétylène.

M. Berthelot (1) est arrivé aux conclusions suivantes :
« L'acétylène versé dans l'atmosphère n'exerce pas
« par lui-même une action physiologique spécialement
« pernicieuse; car j'ai vérifié que son action toxique
« n'est pas autrement marquée que celle des carbures
« d'hydrogène ordinaires; mais sa présence est le signe
« d'une combustion incomplète; une telle combustion
« doit produire une proportion notable de cet oxyde
« de carbone dont M. Le Blanc a signalé le caractère
« éminemment vénéneux. »

D'autres considèrent l'acétylène comme toxique : M. Lewin (2) donné la description suivante des effets physiologiques de l'acétylène : « L'acétylène, à la dose
« de 1 vol. pour 100 produit sur les animaux à sang
« chaud une narcose profonde ; mais on observe tou-

(1) *Annales de chimie*, IV, t. IX, p. 417, et *Comptes rendus*, t. LXII, p. 96.

(2) Lewin, *Lehrbuch der Toxicologie*, *Wien und Leipzig*, 1885, p. 184.

« jours en même temps des symptômes d'asphyxie.
« L'action du cœur diminue d'intensité : les pupilles
« se dilatent ; la respiration cesse ; on peut la rétablir
« par des inhalations d'air frais. »

D'après le même auteur il n'existerait pas de combinaison de l'acétylène avec l'hémoglobine.

Selon MM. Liebreich et Bistrow (1), au contraire, l'acétylène se combinerait avec l'oxyhémoglobine, en déplaçant l'oxygène et en formant un composé analogue à l'hémoglobine oxycarbonée, mais différant de celle-ci par sa réductibilité en présence du sulfhydrate d'ammoniaque ou de la liqueur de Stokes, et par une stabilité beaucoup moindre ; ce qui expliquerait la faible toxicité de l'acétylène comparativement à celle de l'oxyde de carbone.

Admettant l'existence de cette combinaison, M. Preyer (2) calcule comme il suit la quantité d'acétylène fixée sur l'hémoglobine : si l'on suppose, par analogie avec les combinaisons d'hémoglobine et d'oxygène, d'hémoglobine et d'oxyde de carbone, que l'acétylénohémoglobine renferme une molécule d'acétylène fixée à une molécule d'hémoglobine, on voit qu'un gramme d'hémoglobine doit absorber 1^{cc} 27 d'acétylène (à 0° et 1^{m} de pression), soit $0_{gr}00195$ d'acétylène en poids.

(1) Liebreich et Bistrow, *Berichte der deut. chem. Ges.*, 1868, p. 220.

(2) Preyer, *Die Blutkrystalle*, p. 150. Iéna, 1871.

Dans la première partie de ce travail, j'ai étudié les solutions d'acétylène dans le sang au point de vue spectroscopique ; dans la seconde, j'ai déterminé la solubilité dans le sang et la composition des gaz dégagés de ces solutions par le vide ; enfin, dans une troisième partie, j'ai exécuté un certain nombre d'expériences sur des animaux dans le but de préciser la toxicité de l'acétylène.

---

§ 4. *Étude spectroscopique.*

J'ai opéré sur du sang de mouton défibriné qui a été saturé d'acétylène par un contact prolongé avec un excès de ce gaz.

Toutes les expériences ont été faites par comparaison avec du sang normal oxygéné. Les deux tubes contenant les deux espèces de sang étant disposés devant la fente du spectroscope de manière à produire les deux spectres superposés : cette disposition est, comme on sait, facile à réaliser, au moyen du petit prisme supplémentaire qui divise la fente du spectroscope.

Nous avons employé, pour contenir les liquides à examiner, des tubes de même épaisseur (1 ^{cc}), chaque solution contenait 4 gouttes de sang diluées dans 13^{cc} d'eau.

Le sang acétyléné fournit dans ces conditions un spectre caractérisé par deux bandes d'absorption dont les milieux sont situés sur les divisions 85 et 101 du micromètre (la raie du sodium étant à la division 80 du micromètre). Ces bandes correspondent exactement par leur position et par leur étendue à celles que présente le sang normal oxygéné.

Si l'on ajoute du sulfhydrate d'ammoniaque, les deux bandes disparaissent et se fondent en une seule plus large dont le milieu occupe la division 95 du micromètre. Cette bande correspond exactement, par sa position et son étendue, avec celle que fournit dans les mêmes circonstances le sang normal. Nous avons constaté de plus que la réduction se fait au bout du même temps dans les deux tubes examinés comparativement. Cette réduction est d'ailleurs d'autant plus rapide que la quantité de sulfhydrate d'ammoniaque ajoutée est plus grande : ainsi pour les volumes de liquide et les dilutions indiquées plus haut, avec une goutte de sulfhydrate la réduction se fait en dix minutes environ ; avec deux gouttes, en six minutes; avec trois gouttes, en quatre minutes; avec cinq gouttes, en deux minutes.

Il résulte donc, de ces quelques essais, qu'il est impossible de se servir du spectroscope pour distinguer le sang normal du sang chargé d'acétylène. La combinaison d'acétylène et d'hémoglobine, si combinaison il y a, se comporte de la même manière que le sang oxygéné normal sous l'influence des agents réducteurs.

---

§ 5. *Solubilité de l'acétylène dans le sang.*

1° J'ai cherché d'abord à déterminer quelle est la quantité d'acétylène que peut fixer un volume de sang. Les essais ont été faits avec du sang de mouton défibriné fraîchement recueilli. 100^{cc} d'acétylène contenus dans un flacon sont mis en présence de 100^{cc} de sang : on agite fortement le mélange et on ouvre le flacon sur le mercure ; il se produit une absorption, on agite de nouveau, etc. Lorsque l'absorption est terminée, on mesure le volume du gaz restant. J'ai trouvé ainsi, dans trois expériences, à la température de 15° et à la pression de 760^{mm}, les volumes ci-dessous de gaz non absorbés :

1° $20^{cc},1$,
2° $17^{cc},7$,
3° $20^{cc},2$.

La même expérience faite un grand nombre de fois (dans des conditions moins précises) a toujours donné des chiffres du même ordre ; par suite, nous pouvons admettre que le sang dissout 8/10 de son volume d'acétylène aux températures et aux pressions ordinaires.

2° *Analyse des gaz dissous.* — J'ai fait une série d'ana-

lyses des gaz dissous dans divers échantillons de sang saturé d'acétylène. Les gaz ont été extraits par le vide, au moyen d'une pompe à mercure, reliée à un ballon tubulé de 500^{cc}, muni d'un entonnoir à robinet rodé sur le col et se prolongeant par un tube jusqu'à l'intérieur. Le ballon étant complètement vide d'air, on

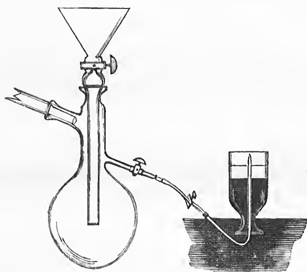


Fig. 1.

versait le liquide sanguin, sous une couche d'huile, dans l'entonnoir ; on le faisait pénétrer dans le ballon en ouvrant le robinet avec précaution ; on laissait en même temps pénétrer quelques gouttes d'huile pour empêcher la formation de la mousse. La forme du ballon est représentée dans la figure 1.

Au contact de l'air, la solution de sang chargé d'acé-

tylène peut subir des altérations, peu importantes, en général, lorsqu'on opère avec rapidité; néanmoins, dans quelques-unes de mes expériences j'ai cherché à supprimer complètement cette cause d'erreur en faisant passer directement le sang du flacon dans le ballon vide : dans ce but, j'ai utilisé une petite tubulure (1) à robinet placée latéralement sur le col du ballon, on reliait par un caoutchouc cette tubulure avec un tube recourbé pénétrant dans le flacon qui contenait le sang, renversé sur une cuve à mercure.

Les gaz dégagés passaient dans un tube large où se condensait la majeure partie de l'eau, puis dans un réfrigérant vertical de forme spéciale où s'achevait la condensation.

Le ballon était disposé de manière à pouvoir être chauffé au bain-marie vers 55-60°.

J'ai analysé séparément les gaz extraits à la température ordinaire, et ceux extraits à 55-60°. Dans ces analyses l'acide carbonique a été dosé au moyen de la potasse solide humectée d'eau; l'oxygène au moyen de l'acide pyrogallique, employé en solution très concentrée et en quantité strictement nécessaire, de manière à éviter autant que possible la cause d'erreur due à la dissolution de l'acétylène dans ce réactif. Pour le dosage de l'acétylène, lui-même, au moyen du chlorure cuivreux ammoniacal, j'ai suivi les indications

(1) Fig. 1.

données par M. Berthelot (1); le réactif a été employé par petites fractions successives ; on a eu soin, avant la lecture définitive, d'éliminer la vapeur d'ammoniaque.

Voici les résultats de ces analyses effectuées sur le sang saturé d'acétylène, c'est-à-dire ayant fixé 80 0/0 en volume de gaz, et conservé pendant des périodes plus ou moins longues :

I. Analyse après 48 heures

Volume de sang employé	100 cc
Volume de gaz extrait à 17° . .	70
Volume de gaz extrait à 55-60° . .	86,4
Volume total de gaz	156,4

Gaz extrait a 17°		Gaz extrait a 55-60°	Somme des gaz extraits
Acide carboniq.	17	60	77,0
Oxygène . . .	1,5	traces	1,5
Acétylène . .	50	26	76,0
Azote (diff.) . .	1,5	0,4	1,9

La composition pour 100 vol. de gaz est donc :

Acide carbonique. . . .	49,2
Oxygène	0,96
Acétylène	48,5
Azote	1,21
	99,97

(1) Berthelot, *Annales de chimie et de physique,* IV, t. X, p. 440.

II. Analyse après 8 jours

Volume de sang employé . . .	100 cc
Volume de gaz extrait à 17° . .	92
Volume de gaz extrait à 55-60° .	83
Volume total de gaz	175

	GAZ EXTRAIT A 17°	GAZ EXTRAIT A 55-60°	SOMME DES GAZ EXTRAITS
Acide carboniq.	40	62	102
Oxygène . . .	traces	00	traces
Acétylène . .	50	20	70
Azote	2	1	3

Soit pour la composition du gaz total rapportée à 100 vol. :

Acide carbonique. . . .	58,3
Oxygène	traces
Acétylène	40,0
Azote	1,7
	100,0

III. Analyse après 16 jours

Volume de sang employé . . .	100 cc
Volume de gaz extrait à 17° . .	108,5
Volume de gaz extrait à 55-60° .	78,7
Volume total de gaz	187,2

GAZ EXTRAIT A 17°		GAZ EXTRAIT A 55-60°	SOMME DES GAZ EXTRAITS
Hydrogène sulf.	0,5	traces	0,5
Acide carboniq.	56	64,2	120,2
Oxygène . . .	0,0	0,0	0,0
Acétylène . .	50	12,5	62,5
Azote	2	2	4

Soit pour la composition du gaz rapportée à 100 volumes :

Hydrogène sulfuré . . .	0,3
Acide carbonique. . . .	64,2
Oxygène	0,0
Acétylène	33,4
Azote	2,1
	100,0

IV. Analyse après 24 jours

Volume du sang employé . . .	100 cc
Volume de gaz extrait à 17° . .	142,4
Volume de gaz extrait à 55-60° . .	85,4
Volume total de gaz	227,8

GAZ EXTRAIT A 17°		GAZ EXTRAIT A 55-60°.	SOMME DES GAZ EXTRAITS
Hydrogène sulf.	1,2	0,8	2
Acide carboniq.	87,2	72,8	160
Oxygène . . .	0,0	0,0	0
Acétylène . .	50,0	9,5	59,5
Azote	4	2,3	6,3

Soit pour la composition du gaz rapportée à 100 volumes :

Hydrogène sulfuré . . .	0,88
Acide carbonique . . .	70,24
Oxygène	0,0
Acétylène.	26,10
Azote	2,76
	99,98

V. Analyse après 45 jours

Volume de sang employé. . . .	100 cc
Volume de gaz extrait à 17°. . .	189
Volume de gaz extrait à 55-60° . .	106
Volume total de gaz	295

GAZ EXTRAIT A 17°		GAZ EXTRAIT A 55-60°	SOMME DES GAZ EXTRAITS
Hydrogène sulf.	3,0	2	5
Acide carboniq.	126,0	93	219
Oxygène . . .	0,0	0,0	0,0
Acétylène . .	50	7	57
Azote. . . .	10	4	14

Soit pour la composition du gaz rapportée à 100 volumes :

Hydrogène sulfuré . . .	1,70
Acide carbonique . . .	74.24
Oxygène	00,0
Acétylène.	19,3
Azote	4,74
	99,98

Comme on pouvait s'y attendre, le volume et la composition des gaz extraits ont changé à mesure que la putréfaction s'est produite, putréfaction qui a été fort sensible à l'odeur après 16 jours. L'oxygène disparaît promptement, l'acide carbonique augmente en proportion considérable en même temps qu'apparaît une petite quantité d'hydrogène sulfuré. Pour l'acétylène qui nous intéresse particulièrement, remarquons les deux points suivants : Le volume total du gaz extrait, d'abord très voisin de celui qui a été réellement dissous (76,5 au lieu de 80) a diminué avec le temps (76,5 ; 70 ; 62 ; 59 ; 57) ; mais ce qui est remarquable, c'est que la dose d'acétylène extraite à froid reste toujours la même dans chacune des expériences, et voisine de 50 cc, tandis que la dose d'acétylène extraite à chaud varie et diminue avec le temps (26, 20, 12, 9, 7). Sans vouloir tirer de ce fait des conclusions trop précises, peut-être pourrions-nous l'expliquer en admettant que la quantité d'acétylène extraite à froid est simplement dissoute et reste dissoute quel que soit l'état de putréfaction du sang, tandis que la fraction du gaz qu'on ne peut extraire qu'à

chaud représente l'acétylène entré en combinaison; combinaison qui participe à la putréfaction du sang, et par conséquent se détruit elle-même.

Cette explication ne nous indique pas quelle est la nature de cette combinaison. Dans tous les cas s'il y a réellement combinaison entre l'acétylène et l'hémoglobine, il est certain que cette combinaison est excessivement instable, et n'est nullement comparable, au point de vue de la stabilité, à celle que forme l'hémoglobine avec d'autres gaz, notamment avec l'~~acide~~ de oxyde carbone : c'est ce qui résulte d'une part de l'examen spectroscopique indiqué plus haut. J'ai constaté, en outre, que les solutions d'acétylène dans le sang traversées par un courant d'un gaz inerte, tel que l'hydrogène, perdent rapidement et complètement tout l'acétylène qu'elles renferment.

Sans pouvoir donc affirmer qu'il n'y a pas combinaison entre l'hémoglobine et l'acétylène, nous pouvons cependant dire que cette combinaison, si elle existe, est certainement très instable.

---

§ 6. *Expériences sur la toxicité de l'acétylène.*

J'ai fait un certain nombre d'expériences sur la toxicité de l'acétylène en faisant respirer des animaux dans un mélange d'air et d'acétylène.

Les expériences ont été faites principalement sur des cobayes. L'animal était placé sous une cloche d'un volume de 3 litres et demi, portant une tubulure à la partie supérieure et ajustée sur une platine de verre elle-même munie d'une ouverture. Le mélange gazeux entrait par le robinet de la tubulure supérieure et sortait par l'ouverture de la platine, de sorte que l'animal respirait un air toujours renouvelé, condition qui nous a paru indispensable pour que les expériences eussent quelque valeur. L'excès de gaz sortant traversait un flacon laveur qui permettait d'apprécier et de modérer la vitesse du courant gazeux.

Les mélanges gazeux ont été faits dans un gazomètre de Saint-Martin, instrument excellent dont nous rappellerons en quelques mots la disposition (1). La cuve à eau est formée de deux cylindres concentriques dont

(1) Saint-Martin, *Bulletin de la Société chimique*, t. XXXIX, p. 377.

le plus petit, intérieur, est fermé au sommet et s'emboîte dans l'autre, extérieur : Entre les deux cylindres se trouve donc un espace annulaire rempli d'eau ou d'un autre liquide. Les gaz contenus dans la cloche qui monte et descend dans l'espace annulaire ne se trouvent donc en contact qu'avec des surfaces minimes de liquide, ce qui rend moins sensibles les altérations des gaz par dissolution dans l'eau de la cuve. Dans mes expériences j'ai pu éviter complètement toute dissolution de l'acétylène en couvrant d'une couche d'huile l'eau de l'espace annulaire.

Expérience I

Mélange contenant pour 100 vol. : 99 vol. d'air et 1 vol. d'acétylène.

Oiseau (moineau).

L'expérience dure 3 heures et demie. Pendant ce temps l'animal ne présente rien d'anormal. Il ne cesse de sauter que vers la fin. Retiré de la cloche, il reprend sa vivacité ordinaire.

Expérience II

Mélange contenant pour 100 vol. : 99 vol. d'air et 1 vol. d'acétylène.

Cobaye du poids de 340 grammes.

L'animal respire ce mélange pendant 4 heures et demie. Durant tout ce temps, il ne présente absolu-

ment rien d'anormal. Il paraît respirer avec la même facilité que dans l'air ordinaire.

Expérience III

Mélange contenant pour 100 vol. : 95 vol. d'air et 5 d'acétylène.

Cobaye de 600 grammes.

L'expérience dure 5 heures pendant lesquelles l'animal ne présente rien de saillant. Il reste d'abord immobile, puis sommeille pour se réveiller au moindre bruit, mais sans manifester aucune crainte. Retiré de la cloche après 5 heures, il semble n'avoir rien perdu de sa vivacité..

Expérience IV

Même mélange.

Cobaye de 310 grammes.

Mêmes résultats.

Dans chacune de ces deux expériences, le volume employé a été de 80 litres.

Expérience V

Mélange contenant 90 0/0 d'air et 10 0/0 d'acétylène.

Cobaye de 385 grammes.

L'expérience a duré 4 heures. Pendant la première heure, rien de particulier; dans la seconde heure, il

est plus ou moins assoupi; puis il se réveille après deux heures, ne cesse de se tourner à droite et à gauche, et présente jusqu'à la fin de l'expérience des symptômes d'agitation. Retiré de la cloche, il reprend en peu de temps son état normal.

Volume de gaz employé, 50 litres.

Expérience VI

Mélange contenant 85 0/0 d'air et 15 0/0 d'acétylène.

Cobaye de 350 grammes.

L'expérience dure 4 heures. L'état de somnolence observé dans l'expérience précédente paraît ici plus accentué. L'animal dort presque constamment en se réveillant de temps en temps. Sorti de la cloche, il reprend son état normal.

Volume de gaz employé, 60 litres.

Expérience VII

Volume de gaz contenant 80 0/0 d'air et 20 0/0 d'acétylène.

Cobaye de 355 grammes.

L'animal reste immobile tout le temps. Les mouvements respiratoires sont faibles. On le retire après 3 heures et demie et il reprend toute sa vivacité.

Volume de gaz employé, 50 litres.

Expérience VIII

Volume de gaz contenant 75 0/0 d'air et 25 0/0 d'acétylène.

Cobaye, 370 grammes.

Dans la première demi-heure, il reste immobile; puis il devient agité et il se retourne constamment de tous les côtés. Les mouvements respiratoires sont profonds et précipités, comme si la dose d'oxygène devenait insuffisante. Au bout d'une heure il sommeille, se réveille peu de temps après, et recommence de tourner à droite et à gauche. Après 1 heure 3/4, il recommence à sommeiller pour se réveiller un quart d'heure après. Il paraît affaibli. Retiré de la cloche après 2 heures 40, il revient immédiatement à l'état normal.

Volume de gaz employé, 40 litres.

Expérience IX

Mélange contenant 70 0/0 d'air et 30 0/0 d'acétylène.

Cobaye de 355 grammes.

Expérience commencée à 1 heure. L'animal cherche d'abord à fuir, puis devient tranquille et reste immobile jusqu'à 1 heure 35; il se réveille puis se rendort de nouveau. Les mouvements respiratoires sont profonds : il paraît abattu et malade; il se réveille, tout

à fait à 2 heures, se retourne plusieurs fois mais péniblement; il a peine à se tenir debout. Nouvelle période d'immobilité jusqu'à 2 heures 20. La respiration devient plus fréquente; à 2 heures 40 il essaye de se lever mais titube sur ses jambes; il se rendort ensuite. Je retire la cloche à 3 heures 50. Le cobaye reste un moment inerte, mais reprend bientôt son état normal.

Volume de gaz employé, 35 litres.

Expérience X

Mélange de 65 0/0 d'air et 35 0/0 d'acétylène.

Cobaye de 340 grammes.

L'expérience commence à 9 heures. Dans les premières quinze minutes l'animal reste tranquille, mais se retourne au moindre bruit. A 9 heures 20 la respiration devient plus profonde. Il sommeille jusqu'à 9 heures 45, mais se réveille plusieurs fois pendant cet intervalle; à 9 heures 45 il se réveille tout à fait. Il ne se tient plus debout, essaye plusieurs fois de se lever, mais n'y parvient qu'avec difficulté. Quelques minutes après il se balance à droite et à gauche sans réussir à se lever. La respiration devient de plus en plus faible. Il reste depuis ce moment tout à fait immobile. Nous frappons sur la cloche, nous la déplaçons sans qu'il bouge. A 10 heures 35 il tombe sur le flanc, nous le laissons pendant une minute dans cette position, après nous enlevons la cloche; il reste couché. Nous constatons que sa sensibilité reste in-

tacte; sa cornée est sensible, pincé aux pattes il crie et se réveille; il paraît d'abord immobile, se traîne avec difficulté, et reprend bientôt son état normal.

Volume de gaz employé, 35 litres.

Expérience XI

Dans l'expérience précédente la dose de l'oxygène dans le mélange n'entrait que dans la proportion de 13 0/0. Il était à craindre que l'insuffisance de ce gaz ait contribué pour beaucoup aux phénomènes observés dans cette expérience. Je fais cette fois un mélange d'acétylène, d'oxygène et d'air en augmentant la dose de l'oxygène aux dépens de celle de l'azote, de manière à obtenir un mélange renfermant autant d'oxygène que l'air atmosphérique.

Mélange contenant 20 0/0 d'oxygène, 35 0/0 d'acétylène et 45 0/0 d'azote.

Cobaye de 350 grammes.

Je commence l'expérience à 1 heure 15. A 1 h. 25 l'animal se lève, mais ne se tient plus debout à 1 h. 40. A 2 heures il dort, à 2 heures 10 il paraît complètement abattu, la respiration est faible. Je remue la cloche sans le faire bouger. A 2 heures 30 il se réveille, mais retombe aussitôt qu'il lève les pattes antérieures. A 2 heures 35 il respire péniblement; je secoue un peu la cloche, il tombe sur le flanc mais parvient encore à se relever. A 3 heures il tombe sur le flanc. Je le

laisse dans cette position pendant trois minutes puis j'enlève la cloche ; l'animal reste immobile. Je touche sa cornée et constate qu'elle est sensible. Pincé il ne crie pas, mais se réveille comme hébété. Il relève d'abord la tête, se met bientôt debout, se traîne avec difficulté et reprend au bout de deux minutes son état normal.

Expérience XII

Cobaye de 340 grammes.

Dans cette expérience on a employé un mélange d'oxygène et d'acétylène à volumes égaux. Le volume total du gaz a été de 42 litres, dont le débit a duré deux heures. Après dix minutes, l'animal est tombé sur le flanc et présentait, une demi-heure après, des symptômes convulsifs. Après deux heures, la provision de mélange gazeux étant épuisée, j'abandonne l'animal à lui-même dans la cloche fermée : dans cette atmosphère limitée d'oxygène, d'acétylène et d'acide carbonique, il a vécu encore trois heures.

La dose d'oxygène qui restait dans l'atmosphère de la cloche après la mort de l'animal était encore plus considérable que celle qui existe dans l'air (28 0/0). L'animal n'est donc pas mort par insuffisance d'oxygène.

A l'autopsie, on trouve : le cœur plein de sang coagulé très foncé; les poumons sont congestionnés, ils ne surnagent pas; leur surface présente des plaques d'emphysème assez étendues.

CONCLUSIONS

Résumons comme il suit les faits observés dans ce travail.

I. Le sang dissout environ les 80 centièmes de son volume d'acétylène.

II. L'examen spectroscopique du sang chargé d'acétylène ne révèle rien de particulier; cette solution se comporte exactement comme le sang oxygéné normal et se réduit de la même façon et avec la même vitesse sous l'influence du sulfhydrate d'ammoniaque.

III. Sous l'influence du vide le sang perd l'acétylène qu'il contient. La plus grande partie du gaz se dégage à froid, mais il est nécessaire de chauffer vers 60° pour extraire la totalité.

IV. Dans les solutions qui ont subi la putréfaction, la dose de l'acétylène qu'on peut extraire dans le vide va en diminuant avec le temps : il est à noter que le volume d'acétylène extrait à froid reste toujours à peu près le même, et que c'est le volume du gaz extrait à chaud qui devient plus faible à mesure que la putréfaction est complète.

V. S'il existe une combinaison réelle de l'acétylène et de l'hémoglobine, cette combinaison est certaine-

ment très instable et n'est nullement comparable sous ce rapport à la combinaison que forme l'hémoglobine avec l'oxyde de carbone.

VI. L'acétylène, conformément aux conclusions de M. Berthelot, paraît n'exercer qu'une action toxique excessivement faible et qui n'est pas plus marquée que celle des carbures d'hydrogène ordinaires, tels que le formène, l'éthylène, le propylène. Les animaux soumis à l'action de mélanges renfermant des doses considérables d'acétylène ne succombent pas même au bout de plusieurs heures, si l'on a soin d'opérer en présence d'une quantité d'oxygène suffisante et de renouveler le mélange gazeux de manière à empêcher l'accumulation des produits de la respiration de l'animal.

Ainsi que l'a fait remarquer M. Berthelot, la présence de l'acétylène dans une atmosphère limitée doit attirer l'attention, non à cause de la toxicité de l'acétylène lui-même, mais parce que l'existence de ce gaz est l'indice d'une combustion incomplète, laquelle donne naissance simultanément à des doses considérables d'oxyde de carbone dont les effets toxiques sont bien connus.

Vu, le Président de la thèse,
RICHE.

Vu, le Directeur de l'École,
G. PLANCHON.



Vu et permis d'imprimer :
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
GRÉARD.